

### **Kraftradbremsanlage**

Die Erfindung betrifft eine Kraftradbremsanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der EP 1 176 075 A2 ist bereits eine derartige Kraftradbremsanlage bekannt. Diese Bremsanlage baut aufwendig und damit teuer, da sie nach dem Rückförderprinzip arbeitet. Bremsanlagen dieser Art kommen daher in preisgünstigen Krafträdern nicht zur Anwendung, so dass bei Krafträdern des unteren Preissegments die Bremsanlage regelmäßig nicht über eine Bremsschlupfregelung verfügt.

Bei Krafträdern des unteren Preissegments besteht daher im allgemeinen die Gefahr, dass bei schlechten, insbesondere nassen Strassenverhältnissen und einem abrupt eingeleiteten Bremsvorgang eine Blockiertendenz des Vorderrades vorhanden ist. Im schlimmsten Fall kommt es zum Blockieren des Vorderrades und somit zum Verlust der Seitenführungskraft. Gerade bei Zweirädern führt mangelhafte Fahrstabilität zu einem extrem kritischen Zustand und stellt mit Blick auf das Sturzrisiko ein hohes Gefahrenpotential für den Fahrer dar.

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kostengünstige, funktionssichere Bremsanlage mit Bremsschlupfregelung zu entwickeln, die sich besonders gut für

den Einsatz in Krafträdern des unteren und mittleren Preisniveaus eignet.

Diese Aufgabe wird für eine Kraftradbremsanlage der angegebenen Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand zweier Zeichnungen hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 die Anordnung der erfindungsgemäßen Kraftradbremsanlage in schematischer Darstellung zur Regelung des Bremsschlupfes an der Vorderradbremse eines Kraftrads,

Fig. 2 den Aufbau einer vorteilhaften Vorderradbremseinheit für die Kraftradbremsanlage nach Fig. 1 in schematisch dargestellter Anbindung an die Vorderradbremse.

Die Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht in schematischer Darstellung ein Kraftrad, dessen Vorderrad mit einer hydraulisch betätigbaren Radbremse 5 und einem Raddrehzahlsensor 6 ausgerüstet ist. An der Lenkstange 9 ist als wesentliches Bestandteil der Kraftradbremsanlage eine sogenannte Vorderradbremseinheit 8 befestigt, die über die abgebildete Bremsleitung 20 des Vorderradbremskreises 2 am Bremssattel der Radbremse 5 angeschlossen ist. Die Vorderradbremseinheit 8 ist zur elektrischen Energieversorgung mit dem Bordnetz 1

des Kraftrades verbunden.

Ferner geht aus Fig. 1 ein konventioneller hydraulischer Hinterradbremskreis 4 hervor, bestehend aus einem fußkraftproportional betätigbaren Hauptbremszylinder 3, der über die Bremsleitung des Hinterradbremskreises 4 mit einer Scheibenbremse verbunden ist.

Obwohl in Fig. 1 nicht abgebildet, kann in der einfachsten Ausführungsform des Hinterradbremskreises 4 die Betätigung der Hinterradbremse über ein zwischen dem Bremspedal 11 und der Radbremse 14 angeordnetes Gestänge oder Seilzug ebenso rein mechanisch erfolgen, so dass in der Zusammenschau des anhand der Figur 2 noch näher zu erläuternden Vorderradbremskreises 2 gerade in Verbindung mit dem hinreichend effizient ausgelegten Hinterradbremskreis 4 eine besonders einfache Kraftradbremsanlage mit Bremsschlupfregelung geschaffen ist.

Die Figur 2 zeigt die zur Bremsschlupfregelung erforderlichen Einzelheiten der Kraftradbremsanlage am hydraulisch betätigbaren Vorderradbremskreis 2, die in der sogenannten Vorderradbremseinheit 8 integriert sind. Die Vorderradbremseinheit 8 weist einen manuell betätigbaren Hauptbremszylinder 7, einen mit dem Hauptbremszylinder 7 verbundenen Bremsflüssigkeits-Ausgleichsbehälter 19 und jeweils ein elektromagnetisch betätigbares Ein- und Auslassventil 21, 22 zur Bremsschlupfregelung im Vorderradbremskreis 2 auf.

Durch das Einlassventil 21 lässt sich der in der Bremsleitung 20 manuell erzeugte Bremsdruck jederzeit begrenzen. Der Bremsdruckabbau in der Vorderradbremse 5 geschieht über das Auslassventil 22 direkt in den Ausgleichsbehälter 19, wes-

halb das Auslassventil 22 in Parallelschaltung zum Einlassventil 21 zwischen dem Vorderradbremskreis 2 und dem Bremsflüssigkeits-Ausgleichsbehälter 19 in einer hydraulischen Verbindung angeordnet ist.

Somit verdeutlicht die Figur 2 vorteilhaft, dass der Hauptbremszylinder 7 mit dem Ausgleichsbehälter 19, mit dem Ein- und Auslassventil 21, 22 und mit einem Wegsensor 10 baulich zu einer eigenständig handhabbaren, funktionsfähigen Vorderradbremseinheit 8 zusammengefasst sind, wobei zum schlupffreien Bremsenbetrieb als auch zum Druckaufbau in einer Bremsschlupfregelung die Vorderradbremseinheit 8 ausschließlich mittels eines auf den Hauptbremszylinder 7 einwirkenden Handbremshebels 12 betätigbar ist.

Zur elektrischen Betätigung des Ein- und Auslassventils 21, 22 ist ferner ein Steuergerät 24 vorhanden, das ein integrales Bestandteil der Vorderradbremseinheit 8 bildet. Das Steuergerät 24 ist vorzugsweise zur elektrischen Kontaktierung auf das Ein- und Auslassventil 21, 22 aufgesteckt und zur Stromversorgung mit dem Bordnetz 1 verbunden.

Zur Befestigung der Vorderradbremseinheit 8 an einer Lenkstange 9 weist die Vorderradbremseinheit einen Halteabschnitt mit einer Durchgangsbohrung 25 auf.

Die Erfindung sieht somit vor, dass die Bremsschlupfregelung ausschließlich auf die Vorderradbremse 5 beschränkt ist, die regelmäßig hohe Bremskräfte auf die Fahrbahn zu übertagen hat, wobei als wesentliches Element der Erfindung der Druckaufbau im Vorderradbremskreis 2 abhängig von der Schaltstellung des Ein- und Auslassventils 21, 22 durch das im Hauptbremszylinder 7 verfügbare sowie ausschließlich manuell in

den Vorderradbremskreis 2 verdrängbare Bremsflüssigkeitsvolumen bestimmt wird.

Zur Vermeidung einer Erschöpfung des Bremsflüssigkeitsvolumens während einer Bremsschlupfregelung, da Bremsflüssigkeit in der Druckabbauphase über das Auslassventil 22 zum Ausgleichsbehälter entweichen kann, ist deshalb eine Überwachung des im Hauptbremszylinder 7 vorhandenen Bremsflüssigkeitsvolumens vorgesehen.

Die Überwachung des im Hauptbremszylinder 7 befindlichen Bremsflüssigkeitsvolumens erfolgt in einer zweckmäßigen Ausführung anhand der Erfassung der Position eines die Bremsflüssigkeit in den Vorderradbremskreis 2 verdrängenden Arbeitskolbens 13 im Hauptbremszylinder 7, wozu der Hauptbremszylinder 7 mit dem Wegsensor 10 versehen ist.

Bei Wunsch oder Bedarf kann auf den Wegsensor 10 verzichtet werden, wenn auf Basis der Ventilschaltzyklen ein sogenanntes Volumenverbrauchsmodell für den schlupfgeregelten Vorderradbremskreis 2 nachgebildet und als Kennfeld im Steuergerät 24 abgelegt wird. Jedoch bedarf es bezüglich dieser Methode einem zusätzlichen Softwareaufwand, um mit guter Näherung an die vergleichsweise einfache und präzise Volumenverbrauchserfassung des Wegsensors 10 heran zu kommen, so dass an dieser Stelle auf diese Alternative nicht weiter eingegangen und vielmehr auf die Bedeutung des Wegsensors 10 nachfolgend hingewiesen werden soll.

Zur Auswertung der Signale des Wegsensors 10 ist das elektronische Steuergerät 24 mit einer geeigneten Auswerteschaltung versehen, wobei abhängig vom Ergebnis der Auswertung der Signale des Wegsensors 10 mittels des Steuergeräts 24

eine Modifikation der für das Ein- und Auslassventil 21, 22 vorgesehenen Regelalgorithmen derart erfolgt, dass das Bremsflüssigkeitsvolumen im Hauptbremszylinder 7 während der Bremsschlupfregelung wohl dosiert und damit nicht vorzeitig über das Ein- und Auslassventil 21, 22 in den Vorderradbremskreis 2 bzw. in den Ausgleichsbehälter 19 verdrängt werden kann. Vorteilhaft ergibt sich hierdurch ein komfortabler, nur allmählich zunehmender Betätigungsweg am Handbremshebel 12, ohne die Gefahr einer vorzeitigen Erschöpfung des Bremsflüssigkeitsvolumens im Hauptbremszylinder 7.

Während der Bremsschlupfregelung lässt sich das im Hauptbremszylinder 7 verfügbare Bremsflüssigkeitsvolumen bis auf ein für die Mindestbremsverzögerung des Kraftrades erforderliches Reservevolumen reduzieren. Der Wegsensor 10 veranlasst beim Erreichen des Reservevolumens, dass die vom Steuergerät 24 initiierte Bremsschlupfregelung am Vorderradbremskreis 2 ausgesetzt wird, indem das Ein- und Auslassventil 21, 22 nicht mehr elektromagnetisch angesteuert werden. Das Ein- und Auslassventil 21, 22 verharren sodann in ihrer abgebildeten Grundstellung, in welcher über das Einlassventil 21 zwar eine ungehinderte Druckmittelverbindung zur Vorderradbremse 5 besteht, jedoch ein Entweichen von Druckmittel aus dem Vorderradbremskreis 2 in den Ausgleichsbehälter 19 infolge der Sperrstellung des Auslassventils 22 verhindert ist.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt der Druckaufbau im Vorderachskreis 2, sobald durch das Betätigen des Handbremshebels 12 das mittels eines Zylinderstiftes 15 im Arbeitskolben 13 mechanisch offen gehaltene Zentralventil 16 nach einem kurzen Arbeitskolbenhub X geschlossen ist, wo-

durch die hydraulische Verbindung des Ausgleichsbehälters 19 mit dem Druckraum 17 im Hauptbremszylinder 7 getrennt ist.

Alternativ kann das Zentralventil 16 auch durch ein Manschettenventil am Arbeitskolben 13 ersetzt werden, das nach minimalem Arbeitskolbenhub X eine mit dem Ausgleichsbehälter 19 verbundene Schnüffelbohrung überfahren und damit abtrennen würde.

Losgelöst von der zuvor beschriebenen Ventilbauarten wird somit zu Beginn der Betätigung des Arbeitskolbens 13 auf jeden Fall der Druckraum 17 des Hauptzylinders 7 vom Ausgleichsbehälter 19 getrennt. Die Radbremse 5 ist dann über die Bremsleitung 20 und das stromlos offene Einlassventil 21 ausschließlich mit dem Druckraum 17 des Hauptbremszylinders 7 hydraulisch verbunden. Ein manueller Druckaufbau im Vorderradbremskreis 2 kann somit erfolgen.

Grundsätzlich gilt:

1. Eine Blockierneigung des Vorderrades 23 wird mittels des Raddrehzahlsensors 6 und dessen Signalauswertung im Steuergerät 24 sicher erkannt. Das Einlassventil 21 wird - wie eingangs erwähnt - über das Steuergerät 24 elektromagnetisch geschlossen, um einen weiteren Druckaufbau im Vorderradkreis 2 zu unterbinden.

2. Sollte zur Reduzierung der Blockierneigung zusätzlich ein weiterer Druckabbau im Vorderradbremskreis 2 erforderlich sein, so wird dies durch das Öffnen des mit dem Ausgleichsbehälter 19 verbindbaren, normalerweise stromlos geschlossenen Auslassventil 22 erreicht. Das Auslassventil 22 wird wieder geschlossen, sobald die Radbeschleunigung wieder über

ein bestimmtes Maß hinaus anwächst. In der Druckabbauphase bleibt das Einlassventil 21 geschlossen, so dass sich der vom Handbremshebel 12 im Druckraum 17 erzeugte Hauptzylinderdruck nicht auf den Vorderradbremskreis 2 fortpflanzen kann.

3. Wenn die ermittelten Schlupfwerte wieder einen Druckaufbau im Vorderradbremskreis 2 erlauben, wird das Einlassventil 21 entsprechend der Anforderung des im Steuergerät 24 integrierten Schlupfreglers zeitlich begrenzt geöffnet. Das für den Druckaufbau erforderliche Differenzvolumen wird nun vom Druckraum 17 des Hauptbremszylinders 13 entnommen. Hierbei verändert sich je nach entnommenem Differenzvolumen der Arbeitskolbenhub, d.h. der manuell betätigte Arbeitskolben 13 wirkt in den Druckaufbauphasen als Förderpumpe für den Vorderradkreis 2.

Weil das im Hauptbremszylinder 7 vorhandene Bremsflüssigkeitsvolumen begrenzt ist, wird durch die eingangs erläuterte Modifikation der Regelalgorithmen des Schlupfreglers der Volumenverbrauch im Hauptbremszylinder 7 und somit der entstehende Arbeitskolbenhub X minimiert. Durch die Modifikation der Regelalgorithmen ergibt sich ein entsprechend wirtschaftlicher Umgang mit dem begrenzten Bremsflüssigkeitsvolumen im Druckraum 17 des Hauptbremszylinders 7.

Da der Wegsensor 10 die Position des Arbeitskolbens 13 permanent erfasst, lässt sich das im Rahmen der Bremsschlupfreglung „verbrauchte“ Volumen jederzeit mittels des Steuergeräts 24 errechnen und der Schlupfregler im Grenzfall beim Erreichen eines bestimmten Reservehubs XR abschalten.. Das dann im Druckraum 17 verbleibende Reservevolumen ist derart gewählt, dass ein voller Druckaufbau bzw. die für Krafträder



gesetzlich vorgeschriebene Mindestverzögerung durch den Vorderradkreis (2) gewährleistet ist.

Zusammenfassend ist somit festzustellen:

Das beschriebene Bremssystem basiert auf der Integration eines kostengünstigen, pumpenlosen ABS-Regelsystems in den Vorderradbremskreis 2 einer Kraftrad-Bremsanlage, ohne Einfluss auf den konventionell ausgeführten Hinterachsbremskreis 4 zu nehmen.

Das ABS-Regelsystem ist hierbei vorzugsweise in eine Bremsbetätigungseinheit des Vorderradbremskreises 2 integriert und bildet eine kompakte Vorderradbremseinheit 8. Optional kann das ABS-Regelsystem auch als eigenständige Baueinheit in den Vorderradbremskreis 2 integriert werden.

Dieses System ist ein sogenanntes offenes Bremssystem, da der Druckabbau über das Auslassventil unmittelbar in den Ausgleichsbehälter 19 erfolgt, aus dem der Druckraum 17 erneut befüllt werden kann, wenn der Arbeitskolben 13 in der unbetätigten Grundposition verharzt. Aus Kosten- und Integrationsgründen erfolgt der Druckaufbau während der Bremschlupfregelung ohne eine elektrisch angetriebene Hydraulikpumpe, wobei infolge des Druckabbaus in den Ausgleichsbehälter 19 auch auf einen Niederdruckspeicher verzichtet werden kann.

Schließlich soll nicht unerwähnt bleiben, dass natürlich auch mit entsprechendem Mehraufwand die beschriebenen Merkmale des Vorderradbremskreises auf den Hinterradbremskreis anwendbar sind, bzw. der Hinterradbremskreis kann ebenso um die Merkmale des Vorderradbremskreises ergänzt werden, wenn hierfür ein Wunsch oder Bedarf besteht.

## Bezugszeichenliste

- 1 Bordnetz
- 2 Vorderradbremskreis
- 3 Hauptbremszylinder
- 4 Hinterradbremskreis
- 5 Radbremse
- 6 Drehzahlsensor
- 7 Hauptbremszylinder
- 8 Vorderradbremseinheit
- 9 Lenkstange
- 10 Wegsensor
- 11 Bremspedal
- 12 Handbremshebel
- 13 Arbeitskolben
- 14 Radbremse
- 15 Zylinderstift
- 16 Zentralventil
- 17 Druckraum
- 18 Rücklaufleitung
- 19 Ausgleichsbehälter
- 20 Bremsleitung
- 21 Einlassventil
- 22 Auslassventil
- 23 Vorderrad
- 24 Steuergerät
- 25 Durchgangsbohrung

### Patentansprüche

1. Kraftradbremsanlage mit wenigstens einem hydraulisch betätigbaren Vorderradbremskreis, mit einem am Vorderradbremskreis angeschlossenen, manuell betätigbaren Hauptbremszylinder, der mit einem Bremsflüssigkeits-Ausgleichsbehälter verbunden ist, mit wenigstens einem zur Bremsschlupfregelung im Vorderradbremskreis aktivierbaren Ein- und Auslassventil, dadurch **gekennzeichnet**, dass in einer Bremsschlupfregelung der Druckaufbau im Vorderradbremskreis (2) abhängig von der Schaltstellung des Ein- und Auslassventils (21, 22) durch das im Hauptbremszylinder (7) verfügbare sowie ausschließlich manuell in den Vorderradbremskreis (2) verdrängbare Bremsflüssigkeitsvolumen bestimmt ist, wobei zur Vermeidung einer Erschöpfung des Bremsflüssigkeitsvolumens eine Überwachung des im Hauptbremszylinder (7) vorhandenen Bremsflüssigkeitsvolumens vorgesehen ist.
2. Kraftradbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Überwachung des im Hauptbremszylinder (7) befindlichen Bremsflüssigkeitsvolumens anhand der Erfassung der Position eines die Bremsflüssigkeit in den Vorderradbremskreis (2) verdrängenden Arbeitskolbens (13) im Hauptbremszylinder (7) erfolgt, wozu der Hauptbremszylinder (7) mit einem Wegsensor (10) versehen ist.
3. Kraftradbremsanlage nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Auswertung von Signalen des Wegsensors (10) in einer Auswerteschaltung ein elektronisches Steuergerät (24) vorgesehen ist, in dem abhängig vom Auswerteergebnis eine Modifikation der für das Ein- und

Auslassventil (21, 22) vorgesehenen Regelalgorithmen derart vollziehbar ist, dass mit der Abnahme an Bremsflüssigkeitsvolumen im Hauptbremszylinder (7) der Volumenverbrauch im Hauptbremszylinder (7) durch geeignetes Schalten des Ein- und Auslassventils (21, 22) minimiert ist.

4. Kraftradbremisanlage nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass das im Hauptbremszylinder (7) verfügbare Bremsflüssigkeitsvolumen während der Bremsschlupfregelung auf ein für die Mindestbremsverzögerung erforderliches Reservevolumen reduzierbar ist, und dass beim Erreichen des Reservevolumens die durch das Steuergerät (24) initiierte Bremsschlupfregelung für den Vorderradbremskreis (2) ausgesetzt ist.
5. Kraftradbremisanlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein unabhängig vom Vorderradbremskreis (2) betätigbarer Hinterradbremskreis (4) vorgesehen ist, der mechanisch und/oder hydraulisch betätigbar ist, wozu eine direkte kraftproportionale mechanische und/oder hydraulische Verbindung zwischen einem manuell betätigbaren Bremshebel oder Bremspedal (11) und einer Radbremse (14) des Hinterradbremskreises (4) besteht.
6. Kraftradbremisanlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Einlassventil (21) zum Bremsdruckaufbau in einer hydraulischen Verbindung des Hauptbremszylinders (7) mit dem Vorderradbremskreis (2) angeordnet ist, und dass das Auslassventil (22) zum Bremsdruckabbau in den Ausgleichsbehälter (19) in Parallelschaltung zum Einlassventil (21) zwi-

schen dem Vorderradbremskreis (2) und dem Bremsflüssigkeits-Ausgleichsbehälter (19) vorgesehen ist.

7. Kraftradbremsanlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hauptbremszylinder (7) mit dem Ausgleichsbehälter (19), dem Wegsensor (10) und dem Ein- und Auslassventil (21, 22) baulich zu einer eigenständig handhabbaren, funktionsfähigen Vorderradbremseinheit (8) zusammengefasst sind, wobei zum Druckaufbau in einer Bremsschlupfregelung die Vorderradbremseinheit (8) ausschließlich mittels eines auf den Hauptbremszylinder (7) einwirkenden Handbremshebels (12) oder Bremspedals betätigbar ist.
8. Kraftradbremsanlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuergerät (24) ein integrales Bestandteil der Vorderradbremseinheit (8) bildet, das vorzugsweise zur elektrischen Kontaktierung auf das Ein- und Auslassventil (21, 22) aufgesteckt ist.
9. Kraftradbremsanlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorderradbremseinheit (8) zur Befestigung an einer Lenkstange (25) oder an einem Kraftrahmen (26) einen Halteabschnitt mit einer Durchgangsbohrung (25) aufweist.

## Zusammenfassung

### Kraftradbremsanlage

Die Erfindung betrifft eine Kraftradbremsanlage, bei der in einer Bremsschlupfregelung der Druckaufbau im Vorderradbremskreis (2) abhängig von der Schaltstellung des Ein- und Auslassventils (21, 22) durch das im Hauptbremszylinder (7) verfügbare sowie ausschließlich manuell in den Vorderradbremskreis (2) verdrängbare Bremsflüssigkeitsvolumen bestimmt ist, wobei zur Vermeidung einer Erschöpfung des Bremsflüssigkeitsvolumens eine Überwachung des im Hauptbremszylinder (7) vorhandenen Bremsflüssigkeitsvolumens vorgesehen ist.

Fig. 2